

A bécsi Reichsbrücke összeomlása

APÁTHY ÁRPÁD

1976. augusztus elsején, hajnali 4 óra 43 perckor a bécsi Dunaszakaszon egyik hídja, a város jelképeként is ismert Reichsbrücke váratlanul és hirtelen összeomlott. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy a katasztrófa úgyszólván forgalommentes időben történt, amikor csak két jármű volt a hídon; egy utasok nélküli autóbusz és egy furgon. Az autóbusz a leszakadt pályán, a vízszint fölött maradt, vezetője megmenekült; a furgon a roncsok alá került, és vezetője, egy 22 éves fiatalember, életét vesztette. Elképzelhető, hogy milyen tömegszerencsétlenség következett volna be, ha az összeomlás a hétköznapi csúcsforgalom idején történik, amikor óránként mintegy 18 000 személy halad át a hídon különböző járműveken.

Mielőtt a katasztrófa okaival foglalkoznánk, ismerkedjünk meg a híd szerkezetével. Ennek részletes leírása a „Der Stahlbau” c. folyóirat 1939. évi 12. évfolyamának 5/6. füzetében található meg.

A Reichsbrücke az 1872–76 között épült, tehát éppen száz éve forgalomba helyezték, négynyílású

rácsos acélszerkezetű híd helyére került. Építése 1934-ben kezdődött és 1937. október 10-én adták át a forgalomnak. A mederhídhöz ártéri nyílások csatlakoznak.

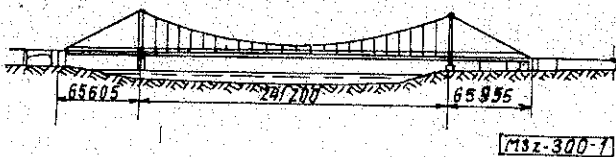
Az 1933. év első felében tartott, tervpályázattal egybekötött versenytárgyaláson a mederhídra 22 terv érkezett be; ezek közül megépítésre a beton hídfőkre lehorgonyzott lánchíd tervét fogadták el. A lánchíd támaszköze $65,60 + 241,20 + 65,96 = 372,76$ m volt (1. ábra); a pálya csak a középső nyílásban volt felfüggesztve, a szélső nyílásokban nem voltak függesztőrudak. A szerkezet teljes szélessége 26,90 m, amiből 16,50 m volt a középnyílás (2. ábra). A lánchíd jobbparti pilonját a régi híd egyik megerősített és két végén meghosszabbított pillérére helyezték el; az alapítvány többi része, a bal part közelében levő pillér és a két hídfő újonnan épült.

Amint a későbbiekben kiderült, a híd összeomlása a bal part közelében levő, újonnan épült pillérnél indult meg, ezért ezt részletesebben ismertetjük.

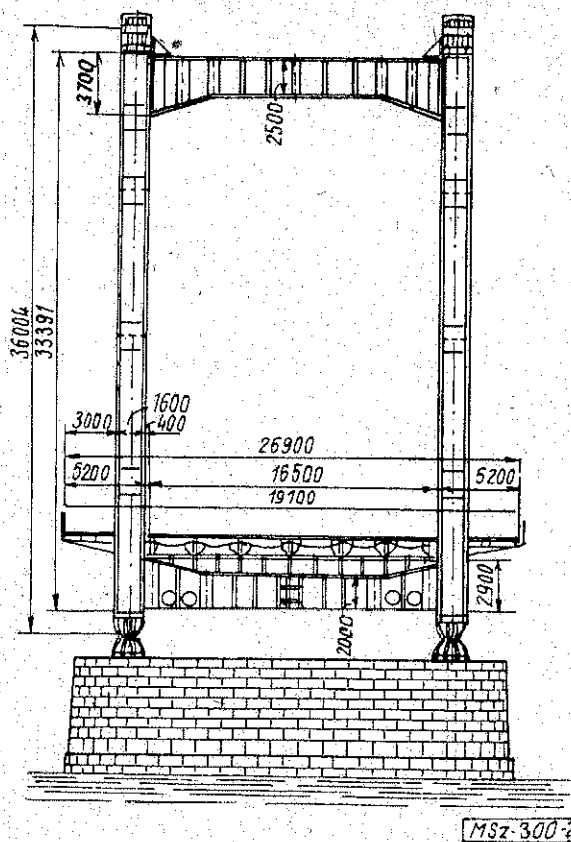
A pillér légnyomásos alapozással készült; a vasbeton keszon 36,00 m hosszú, 11,60 m széles és 9,00 m magas volt, ezen belül a munkakamra magassága 2,20 m (3. ábra). A szekrényt kerekén 19 m-re süllyesztették le a 0-víz alá. Ezután a munkakamrából végzett fúrások alapján megállapították, hogy további 7–8 m mélységig nincs nagyobb teherbírási réteg. Ezért a további süllyesztéstől elálltak és a talajnyomás csökkentésére a szekrény alapterületét a 3. ábrán látható, a vágóélen túlnyúló konzolok beépítésével megnövelték. A pillér beton felmenő falazatát a mederfenék alatti részen előregyártott betonelemekkel, a mederfenék felett pedig gránittal burkolták.

A pilonsarukat egy-egy $4,00 \times 3,60$ m alapterületű, 2,05 m magas acél tartórácsra helyezték, amelyek 20 cm vastag vasalt kiegyenlítő betonon állnak. Ezt a két acél tartórácsot ki kellett betonozni. A két sarut alátámasztó rész közötti térben mintegy 6,00 m magasságban takaréköregek voltak. Végeredményben tehát a pilonsarukat alátámasztó két tartórács alatt nem volt végigmenő vasbeton szerkezeti gerenda, hanem egy-egy kb. 4,00 m magas vasalatlan betonpillér, amelyek nem voltak egymással összekötve.

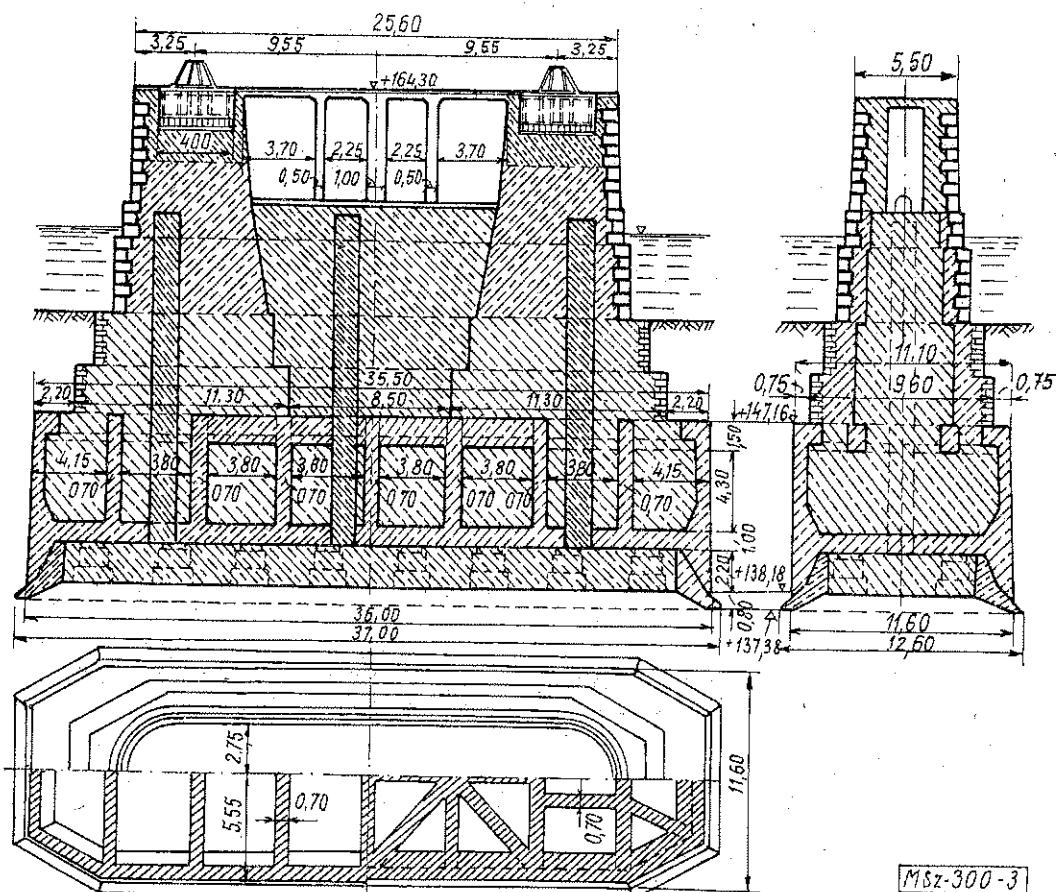
Az alapok építése során a talajviszonyok vonatkozásában szerzett kedvezőtlen tapasztalatok alapján bebizonyosodott, hogy a lánca a hídfőkre kellő biztonsággal nem horgonyozható le. Ezért az eredeti tervet megváltoztatták és a hidat a merevítő-tartó két végébe, tehát önmagába lehorgonyzott lánchíddá alakították át. Ezért a lánchíd szélső nyílásaiban eredetileg független szerkezetként tervezett balparti 6 főtartós egynyílású acélhíd és jobbparti 3 nyílású acélhíd elmaradt; a középső nyílás merevítő-tartóját tovább kellett vezetni a szélső nyílásokban is. Így egy 372,76 m hosszú egység merevítő-tartót alakítottak ki, amelynek



1. ábra. A híd vonalás oldalnézete



2. ábra. A híd keresztmetszete és a pilon



3. ábra. A balparti pillér

7115 Mp maximális vízszintes erőt kellett a lánchorgonyzásából felvennie. A merevítőtartóban a pilonoknál csuklók voltak beépítve; a jobb parti oldalnyílásban a szerkezetet két ingacszloppal is alátámasztották.

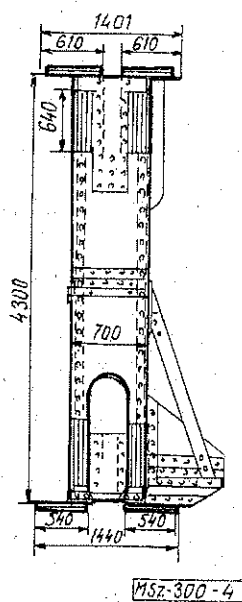
A középnílásban a merevítőtartó párhuzamos övű, kétfalú, szögecselt gerinclemez tartó volt (4. ábra), amit eredetileg — a külső lehorgonyzású

lánchídhoz — csak hajlításra méreteztek. A keresztmetszet két, egyenként 4300 mm magas, 13 mm vastag, egymástól 720 mm távolságban levő gerinclemezéből, 4—4 övszögacélból és 2×4 övlemezéből állt. A középső nyílás merevítőtartója már elkészült és végleges helyén fel volt szerelve, amikor a tervet meg kellett változtatni úgy, hogy a merevítőtartónak a 7115 Mp vízszintes nyomóerőt is fel kell vennie. Az erősítés egyenként 6—8 db 640 mm magas és 22 mm vastag acéllemezéből összeállított kötegekből állt; ezeket a gerinclemezek belső oldalára csavarozták fel, közvetlenül az alsó és felső övszögacéllokhoz csatlakozva. A szélső nyílásokban a merevítőtartó szekrénykeresztmetszettel készült.

A 36 m magas pilonok egy felső és egy alsó kereszttekőssel meraven összekötött ingakeretként voltak kialakítva és gömbcsuklókon álltak. Az alsó kereszttekés közepén meg volt szakítva; itt egy csúszósaru volt beépítve, amely csak függőleges erőket tudott átadni. Ennek a megoldásnak az volt a célja, hogy az alsó kereszttekés hőmérsékletváltozásából keletkező és a gömbcsuklókra kedvezőtlen erőhatásokat kiküszöbölje.

A híd többi része általában a szokásos megoldásokkal készült.

Az 1945. április 11—13 közötti harcokban a szovjet hadseregnek sikerült a hidat elfoglalni és felrobantását megakadályozni. A Reichsbrücke az elmúlt évtizedekben Bécs legforgalmasabb Duna-hídja volt.



4. ábra. A merevítőtartó keresztmetszete a középnílásban

A híd összeomlását követő események ismertetéséhez — ezen cikk megírásáig — csak az augusztus 11-ig megjelent osztrák napilapok cikkei és leírásai álltak rendelkezésre; ezekből a következőket lehet megállapítani.

Az összeomlás okainak kivizsgálására öttagú szakértő bizottságot küldtek ki, amelynek tagjai a bécsi és grazi műegyetem acél- és vasbetonszerkezeti, továbbá sztatikai tanszékének tanárai, egy kutatóintézeti és egy magángyakorlatot folytató szakértő mérnök voltak. A szakértő bizottság első, előzetes jelentését egy hét után hozta nyilvánosságra. Jelentésében kizártnak minősítette a következő okokat:

- robbantás;
- földrengés;
- instabilitás: egyik pilonnál és egyik merevítő tartónál sem;
- a láncok vagy függesztőrudak szakadása (eszerint szabotázsról sem lehet szó);
- a lehorgonyzások kiszakadása a hídfőknél;
- valamelyik teherviselő szerkezeti rész elrozsdásodása.

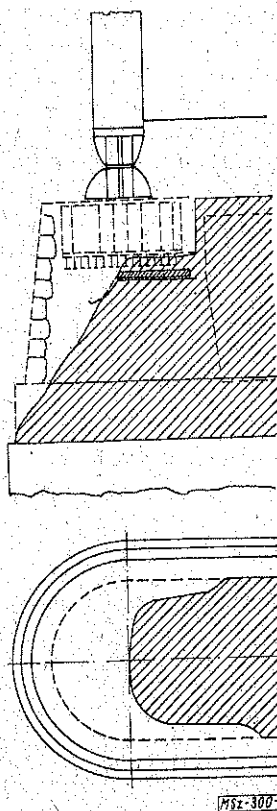
A bizottság véleménye szerint az összeomlás oka a baloldali pillér betonjában keletkezett károsodás, ami építési hiba miatt következhetett be. A pilonsaru alatti tartórács úgy volt méretezve, hogy betonnal való kitöltés nélkül is át tudta venni a terheket és át tudta adni a pillérnek. A kibetonozás csak a tartórács korrózió elleni védelmét és bizonyos mértékű merevítését kellett volna szolgálja. Talán ez lehetett az oka annak, hogy a tartórács közeit jóminőségű beton helyett nagyrészt homokkal töltötték ki és egy vékony betonréteggel kötötték meg. Ez viszont lehetővé tette, hogy a gránitburkolat mögött a csapadékvíz behatolhasson és a tartórács alatti betont folytonosan áztassa és rongálja.

A lecsökkent szilárdságú beton a kifolyási oldali pilonsarut alátámasztó tartórács alatt összeroppedett, nagy mennyiségű beton törött össze és vált le a pillérről (5. ábra), az egész pilon elcsúszott a kifolyási oldal felé — a másik oldali pillérsaru eltört — és ezt már az egész híd összeomlása követte.

Ha a tartórácsokat nem falazták volna körül — ami nem csökkentette volna teherbírásukat — valószínűleg semmi baj sem történt volna. Ugyanez lett volna az eset, ha a tartórácsokat szakszerűen bebetonozták volna. Valószínű, hogy a pillér két kiemelkedő részének vonórúddal való összekötése is sokat segített volna a teherviselésben. *A katasztrófát tehát végeredményben az építés végrehajtásánál és a műszaki ellenőrzésnél elkövetett hibák idézhatték elő.*

A bizottság semmiféle magyarázatot sem talált arra, hogy az összeomlás miért éppen az adott időpontban következett be. A beton tönkremenése mindenestre évtizedekig tartó folyamat volt.

A szakértőbizottság első jelentése nem tért ki a hídvizsgálatok és ellenőrzések kérdésére, tehát arra sem, hogy egy jobban megszervezett ellenőrzési rendszerrel meg lehetett volna-e előzni a



5. ábra. A balparti pillér tönkrement része

szerencsétlenséget. Azonban a szakértőknek a jelentés kiadása utáni nyilatkozataiból több ezzel kapcsolatos és néhány más tárgykörre vonatkozó érdekes megállapítást érdemes megemlíteni.

A pillér betonjában bekövetkezett károsodás kívülről nem volt megállapítható, mivel azt kőburkolat vette körül. Egyedül a kőburkolaton jelentkező mészkivirágzások és lecsurgások utalhattak volna erre, ilyen kivirágzásokat azonban sok építményen lehet látni. A hidak vizsgálatára vonatkozó német szabvány (DIN 1076) megemlíti ugyan a mészkivirágzásokat, azonban észlelésük esetére nem fűz semmiféle további előírást. A szokásos vizsgálati módszerekkel a károsodás nem volt megállapítható.

A Reichsbrücke összeomlása volt az első eset, amikor egy ilyen súlyos szerencsétlenségnek semmi más előzetes jele nem volt, csak a kivirágzások.

A beton nem megfelelő voltát meg lehetett volna ugyan állapítani, ha a kőburkolat egy részét eltávolítják és magfúrásokat végeznek. Erre azonban csak akkor kellett volna gondolni, ha feltételezik, hogy már az építésnél hibákat követtek el és nem jártak el kellő gondossággal; erre azonban nem volt okuk.

A híd összeomlásából származó óriási anyagi kár mellett számos más következménye is van a katasztrófának, ezek közül megemlítnék néhányat. Nagy nehézséget okoz, hogy az eddigi négy Duna-híd helyett Bécsben háromnak kell a forgalmat levezetni. A hajózás lehetetlenné válása miatt a DDSG hajózási társaság kára napi 1,5 millió schil-

ling. A linzi VOEST-művek részére augusztusban csak a szovjet hajóknak 100 000 tonna ércet és szenet kellett volna szállítani; ezt nagyrészt vasútra kellett átrakni, illetve irányítani.

A Reichsbrücke katasztrófája után Bécs város polgármestere valamennyi bécsi híd részletes és alapos vizsgálatát rendelte el. Elrendelte továbbá, hogy a hidak vizsgálatára vonatkozólag dolgozzanak ki részletes és igen szigorú előírásokat.

Az összeomlásból azonban nemcsak a közvetlenül érdekelteknek, hanem a hidak tervezésével, építésével és fenntartásával foglalkozó valamennyi

szervnek és szakembernek az egész világon le kell vonni a következtetéseket és meg kell fontolnia a teendőket. Valószínű, hogy erre még több lehetőség lesz, mivel a szakértő bizottság folytatja munkáját és részletes jelentését remélhetőleg nyilvánosságra fogják hozni.

Végül még egy számunkra is elgondolkasztó adat az egyik osztrák napilapból, amit a bécsi városi vezetésnek felrótak: a bécsi hidak fenntartására 1975-re 36 millió schillinget irányoztak elő, de csak 19 milliót használtak fel, tehát 17 milliót „megtakarítottak”.

Lapszemle

A berni Felsenau-híd építése

A svájci úthálózat egyik legnagyobb hídja az 1975 szeptemberében üzembehelyezett, 1116 m hosszú feszítettbeton híd. Az N1-autópálya a legfontosabb városközi összeköttetés Zürich—Bern—Lausanne és Genf között. A Bern északnyugati peremén vezető szakaszán épült híd tervezésénél nem csupán műszaki és gazdaságossági, hanem esztétikai követelményeket is ki kellett elégíteni. A kiírt tervpályázat lényeges pontja volt a híd szerkezetnek a festői tájba való beillesztése.

Az N1-autópálya az Aare-folyó völgyét mintegy 60 m magasságban áthidaló, 6 forgalmi sávossal szakasza S-alakú ívben fekszik, amelynek legkisebb sugara 800 m. A híd alatt az Aare-folyón kívül vasútvonal és két forgalmas út is vezet. A nyílások fesztávai: $38 + 5 \times 48 + 94 + 2 \times 144 + 94 + 6 \times 48 + 38 = 1116$ m. A két nagy nyílásnál ikerpillérek vannak, a többinél derékszögű négyszög alakú, $7,46 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$ keresztmetszetű, üreges szekrény-szelvények. A középső szakasz kettős pillérei hajlításra mereven vannak a főtartóval összekötve. A parti szakaszokon hosszirányú elmozdulást biztosító „Neotopf” oszúszarukat alkalmaztak. A hézagszerkezetek a két hídfőnél max. 42 cm-es nyúlási utat tesznek lehetővé.

A felszerkezet egycellás szekrénytartó, amelyből 7,60 m-re nyúlnak ki a konzolok. A keresztmetszet magassága a szélső mezőkben 3,50 m, az ikerpillérek felett 8,00 m. A rendkívül keskeny ($2 \times 0,50 \text{ m}$ vastag) bordák a 26,20 m-es keresztmetszeti szélességhez képest igen nagy nyírási igénybevételnek vannak kitéve.

Az egységiesen 26 m széles keresztmetszet építése igen munkaigényes, de előnye, hogy lehetővé teszi a konzolok különleges zsaluzókocsival való utólagos megépítését és ezzel jelentős megtakarítást eredményez állványzatban és zsaluzatban. A trapézzelvényű szekrénytartók bordái nem függőlegesek, hanem kifelé dőlnek, ami nehézségeket okoz, mert az alsó szekrénylemez szélessége minden szabadszerelésű szakaszban változik és így a borda betonjának bedolgozása megnehezül. Ezzel a műszaki hátránnyal szemben azonban jelentős esztétikai előnyök állnak. A kivitelezésnél igen jó minőségű betonfelületeket sikerült kialakítani.

Az egyes konzoltartókat 18 (egyenként 3,0—4,20 m hosszúságú) szakaszban, szabadszereléssel építették, így lehetővé vált az egész keresztmetszet (beleértve a konzolokat) egy ütemben történő betonozása. Az előírt teljesítményt (havonként 1000 m² hídfelület) minden szakasznál sikerült betartani. A hajlításra mereven kiképzett hézagzáró elemek a konzolos tartókat folytatólagos keretrendszerre kötik össze. A szabadszerelésű szakaszokat hossz- és harántirányban (pályalemez) és függőleges irányban (bordák) feszítették elő.

A 326, illetőleg 278 m hosszú keleti és nyugati parti szakaszokat mezőnként, hagyományos állványzaton betonozták.

A rendkívül széles egycellás szekrénykeresztmetszet hez képest a keresztmetszeti vastagságok rendkívül kicsinyek, ezért gondos vizsgálatot igényelt a keresztmetszeti elemek teherbírási funkcióinak kölcsönhatása. A szélső mezőkben ezért a főtartó bordáinak belső oldalán a keresztirányú hajlítás felvételére erősítést alkalmaztak, úgyhogy a borda felülete gyakorlatilag repedésmentes maradt. A szabadszerelésű szakaszon a függőleges előfeszítés biztosítja a bordák belső oldalán a keresztmetszet homogenitását.

A pillérek az alapokba befogottak. A rámpapilléreken a híd tartó hosszirányban elmozdulhat, míg a kettős pillérek hajlításra mereven kapcsolódnak a felszerkezethez, ami keretszerkezetet képezve biztosítja a híd hosszirányú stabilitását.

A híd építésének összköltsége 29 millió svájci frank volt, ami 990 fr/m² fajlagos költségnek felel meg.

(*Beton- und Stahlbetonbau, Ny. Berlin, 1976, 4. sz.*)

S. F.

Hézagkiöntés nélküli betonutak

Ausztriában a tágulási hézag nélküli építési módszert beton útpálya-szerkezeteknél gyakran alkalmazzák. Az előírás szerint a betonban 50 mm mély vakhézagokat vágnak. Az utóbbi 10 évben — különösen harántirányban — alkalmazzák a kiöntés nélküli, nyitott vakhézagokat. E hézagok szélessége 2—3 mm. 1973 óta az új autópályaszakaszokat is így építik. A tapasztalatok szerint az eljárás számos előnnyel jár:

— élszerűen kívül semmiféle hátrányt nem állapítottak meg a kiöntés nélküli hézagoknál;

— a víz behatolása következtében az útalapban károk nem léptek fel. Ennek előfeltétele az erózióknak ellenálló, vízre nem érzékeny és egyenletes teherbírási útalap; Ausztriában ezt általában 10—13 cm vastagságú, jól tömörített bitumenes kavicsréteggel biztosítják;

— az utazási kényelem a kiöntött hézagú utakhoz képest, amelyeknél a tágulási hézagoknál többé-kevésbé kidudorodás jelentkezik, lényegesen nagyobb;

— jelentős munka- és anyagköltség marad el, különösen a plasztikus hézagkiöntés elmaradása folytán. A hézagkiöntés egyébként sem volt eredményes, mert a víz behatolását a kiöntőanyag rideg válása következtében tartósan nem volt képes meggátolni.

(*Die Strasse, Berlin, 1976. 7. sz.*)

S. F.